

# 证 明

REC'D 08 DEC 2004

WIPO

PCT

PCT/1804/52543

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日: 2003. 12. 05

申 请 号: 2003101197856

申 请 类 别: 发明

发明创造名称: 带通采样接收机及其采样方法

申 请 人: 皇家飞利浦电子股份有限公司

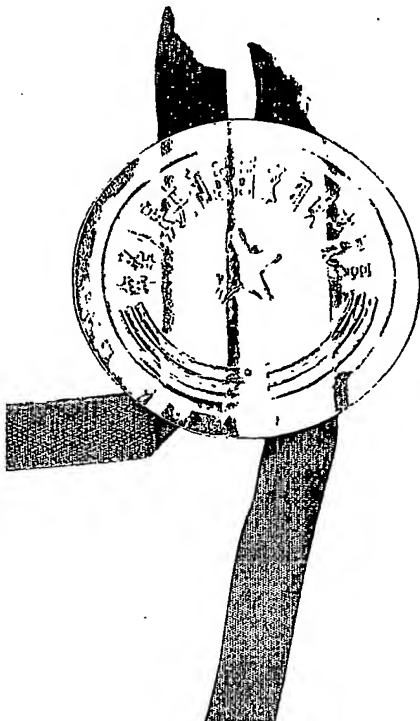
发明人或设计人: 钱学诚

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

中华人民共和国  
国家知识产权局局长

王 景 川

2004 年 10 月 11 日



## 权 利 要 求 书

1、一种用于接收射频信号的带通采样接收机，包括：

第一 Sigma-delta 模数转换单元，用于在第一采样时钟信号的控制下，将该接收的射频信号转换为第一路数字信号；

第二 Sigma-delta 模数转换单元，用于在第二采样时钟信号的控制下，将该接收的射频信号转换为第二路数字信号；

一个信号分离单元，用于将该第一路数字信号和该第二路数字信号中的同相信号与正交信号分离。

2、如权利要求 1 所述的接收机，其中，所述第一采样时钟信号和所述第二采样时钟信号的频率是所述射频信号频率的  $N$  分之一， $N$  为自然数。

3、如权利要求 2 所述的接收机，其中所述第一采样时钟信号和所述第二采样时钟信号之间存在一个相对时延  $\tau$ ，且该相对时延  $\tau$  满足  $\omega_c \tau \neq n\pi$  的条件，其中  $\omega_c$  为所述射频信号的圆频率， $n$  为自然数。

4、如权利要求 3 所述的接收机，还包括：

第一低通滤波器，用于接收所述第一路数字信号，并将经过数字滤波后得到的第一路基带数字信号输出到所述信号分离单元；

第二低通滤波器，用于接收所述第二路数字信号，并将经过数字滤波后得到的第二路基带数字信号输出到所述信号分离单元。

5、如权利要求 4 所述的接收机，其中所述信号分离单元包括：

一个初始相位计算单元，用于根据预先得到的已知信号，计算所述射频信号分别相对于所述第一采样时钟信号和所述第二采样时钟信号的初始相位；

一个同相/正交信号分离单元，用于根据该初始相位，将所述第

一路基带数字信号和所述第二路基带数字信号中的同相信号与正交信号分离。

6、如权利要求 5 所述的接收机，其中所述已知信号可以是导频信号和训练序列信号之一。

7、如权利要求 4 所述的接收机，还包括：

第一抽取器，用于接收所述第一路基带数字信号，并将经过抽取处理的第一路基带数字信号输出到所述信号分离单元；

第二抽取器，用于接收所述第二路基带数字信号，并将经过抽取处理的第二路基带数字信号输出到所述信号分离单元。

8、如权利要求 4 所述的接收机，还包括一个射频接收单元，该射频接收单元包括：

多个射频滤波器，该多个射频滤波器以级联的方式相互连接，用于对所接收的射频信号依次进行滤波；

一个低噪声放大器，用于对滤波后的信号进行放大处理，并将经过滤波的放大的射频信号分别提供给所述第一 Sigma-delta 模数转换单元和第二 Sigma-delta 模数转换单元。

9、一种在带通采样接收机中执行的方法，包括步骤：

(a)在第一采样时钟信号的控制下，以 Sigma-delta 模数转换方式，将接收的射频信号转换为第一路数字信号；

(b)在第二采样时钟信号的控制下，以 Sigma-delta 模数转换方式，将该接收的射频信号转换为第二路数字信号；

(c)将该第一路数字信号和该第二路数字信号中的同相信号与正交信号分离。

10、如权利要求 9 所述的方法，其中，所述第一采样时钟信号和所述第二采样时钟信号的频率是所述射频信号频率的  $N$  分之一， $N$

为自然数。

11、如权利要求 10 所述的方法，其中所述第一采样时钟信号和所述第二采样时钟信号之间存在一个相对时延 $\tau$ ，且该相对时延 $\tau$ 满足 $\omega_c \tau \neq n\pi$ 的条件，其中 $\omega_c$ 为所述射频信号的圆频率， $n$ 为自然数。

12、如权利要求 11 所述的方法，还包括步骤：

对所述第一路数字信号进行滤波，并输出滤波后得到的第一路基带数字信号；

对所述第二路数字信号进行滤波，并输出滤波后得到的第二路基带数字信号；

其中在步骤(c)中，将该第一路基带数字信号和该第二路基带数字信号中的同相信号与正交信号分离。

13、如权利要求 12 所述的方法，其中所述步骤(c)包括：

根据预先得到的已知信号，计算所述射频信号分别相对于所述第一采样时钟信号和所述第二采样时钟信号的初始相位；

根据该初始相位，将所述第一路基带数字信号和所述第二路基带数字信号中的同相信号与正交信号分离。

14、如权利要求 13 所述的方法，其中所述已知信号可以是导频信号和训练序列信号之一。

15、一种用户终端，包括：

一个发射机，用于发送射频信号；

一个接收机，用于接收射频信号，该接收机包括：

第一 Sigma-delta 模数转换单元，用于在第一采样时钟信号的控制下，将该接收的射频信号转换为第一路数字信号；

第二 Sigma-delta 模数转换单元，用于在第二采样时钟信号的控制下，将该接收的射频信号转换为第二路数字信号；

一个信号分离单元，用于将该第一路数字信号和该第二路数字信号中的同相信号与正交信号分离。

16、如权利要求 15 所述的用户终端，其中，所述第一采样时钟信号和所述第二采样时钟信号的频率是所述射频信号频率的  $N$  分之一， $N$  为自然数。

17、如权利要求 16 所述的用户终端，其中所述第一采样时钟信号和所述第二采样时钟信号之间存在一个相对时延 $\tau$ ，且该相对时延 $\tau$ 满足 $\omega_c \tau \neq n\pi$ 的条件，其中 $\omega_c$ 为所述射频信号的圆频率， $n$ 为自然数。

18、如权利要求 17 所述的用户终端，还包括：

第一低通滤波器，用于接收所述第一路数字信号，并将经过数字滤波后得到的第一路基带数字信号输出到所述信号分离单元；

第二低通滤波器，用于接收所述第二路数字信号，并将经过数字滤波后得到的第二路基带数字信号输出到所述信号分离单元。

19、如权利要求 18 所述的用户终端，其中所述信号分离单元包括：

一个初始相位计算单元，用于根据预先得到的已知信号，计算所述射频信号分别相对于所述第一采样时钟信号和所述第二采样时钟信号的初始相位；

一个同相/正交信号分离单元，用于根据该初始相位，将所述第一路基带数字信号和所述第二路基带数字信号中的同相信号与正交信号分离。

20、如权利要求 19 所述的用户终端，其中所述已知信号可以是导频信号和训练序列信号之一。

21、如权利要求 18 所述的用户终端，还包括：

第一抽取器，用于接收所述第一路基带数字信号，并将经过抽取处理的第一路基带数字信号输出到所述信号分离单元；

第二抽取器，用于接收所述第二路基带数字信号，并将经过抽取处理的第二路基带数字信号输出到所述信号分离单元。

22、如权利要求 18 所述的用户终端，还包括一个射频接收单元，该射频接收单元包括：

多个射频滤波器，该多个射频滤波器以级联的方式相互连接，用于对所接收的射频信号依次进行滤波；

一个低噪声放大器，用于对滤波后的信号进行放大处理，并将经过滤波的放大的射频信号分别提供给所述第一 Sigma-delta 模数转换单元和第二 Sigma-delta 模数转换单元。

## 说明书

### 带通采样接收机及其采样方法

#### 技术领域

本发明涉及一种用于无线通信系统中的无线信号接收机,尤其涉及一种采用带通采样技术的无线信号接收机。

#### 技术背景

在无线通信领域中,接收机扮演着一个很重要的角色,因为它经由天线接收来自无线空间的射频信号,将其转换为频率位于零频的基带数字信号,以便经过基带部分的进一步处理可以恢复出误码率满足要求的所需用户信号。

图 1 显示了一种传统的广泛使用的超外差式接收机(super heterodyne receiver)。如图 1 所示,天线单元 10 收到的模拟射频信号发送给射频滤波器 20。射频滤波器 20 收到来自天线单元 10 的模拟射频信号后,对该模拟射频信号进行带通滤波处理,以使用户信号所在频段的模拟射频信号可以通过,而远离用户信号所在频段的带外干扰被衰减,然后,经过带通滤波处理的模拟射频信号发送给低噪声放大器(LNA) 30。低噪声放大器(LNA) 30 收到射频滤波器 20 输出的模拟射频信号后,对其进行放大处理并输出给第一混频器 40。在第一混频器 40 中,将来自低噪声放大器(LNA) 30 的模拟射频信号与本地振荡器 50 产生的频率为  $f_1$  的本振信号相乘后,转变成模拟中频信号并输出给中频滤波器 60。中频滤波器 60 收到来自第一混频器 40 的模拟中频信号后,对其进行进一步衰减带外干扰后输出给自动增益控制器 70。自动增益控制器 70 将来自中频滤波器 60 的模拟中频信号调整在一个合适的动态范围,然后将经过调整的模拟中频信号输出到两个处理路径进行处理。

在第一个处理路径中,第二混频器 80 将来自自动增益控制器 70

的模拟中频信号与本地振荡器 90 生成的频率为  $f_2$  的第二本振信号相乘后转换成模拟基带信号,然后将该模拟基带信号发送给低通滤波器 100。低通滤波器 100 收到来自第二混频器 80 的模拟基带信号后,对该模拟基带信号进一步过滤掉带外干扰后输出给自动增益控制器 120。自动增益控制器 120 对来自低通滤波器 100 的模拟基带信号进行相应处理后发送给模数转换单元 140。模数转换单元 140 收到来自自动增益控制器 120 的模拟基带信号后,将该信号通过采样和量化处理转换成数字基带同相信号并输出给数字信号处理单元 160。

在第二个处理路径中,第二混频器 105 将来自自动增益控制器 70 的模拟中频信号与本地振荡器 90 生成的频率为  $f_2$  的经过  $90^\circ$  相移的第二本振信号相乘后转换成模拟基带信号,然后将该模拟基带信号发送给低通滤波器 110。低通滤波器 110 收到来自第二混频器 105 的模拟基带信号后,对该模拟基带信号进一步过滤掉带外干扰后输出给自动增益控制器 130。自动增益控制器 130 对来自低通滤波器 110 的模拟基带信号进行相应处理后发送给模数转换单元 150。模数转换单元 150 收到来自自动增益控制器 130 的模拟基带信号后,将该信号通过采样和量化处理转换成数字基带正交信号并输出给数字信号处理单元 160。

数字信号处理单元 160 收到来自第一个处理路径中模数转换单元 140 的数字基带同相路信号和第二个处理路径中模数转换单元 150 的数字基带正交路信号后,使用相应的数字信号处理技术对它们进行处理得到用户信号。

上述就是在基带进行采样的传统接收机。由于传统接收机对射频信号的大部分处理是在模拟域进行,因此不能应用许多在数字域中先进的数字信号处理技术。为了克服这种缺陷,提出了一种对模拟射频信号进行直接采样的接收机,这就是所谓的带通(bandpass)采样接收机。由于带通采样接收机的采样频率远远小于载波频率,因此它也称为欠采样(sub-sampling)接收机。

由于技术的限制,常规射频滤波器做不到只滤出用户信号所在频段的模拟射频信号,而把用户信号所在频段之外的带外干扰都过滤



掉,所以通常射频滤波器滤出的信号不但包含用户信号所在频段的模拟射频信号,还包含很宽频段的带外干扰。例如在 IS-95 CDMA 中,一个信道的带宽(即:用户信号所在频段的带宽)为 1.25MHz,但射频滤波器滤出的模拟射频信号的带宽通常大于 100MHz,在这 100MHz 的模拟射频信号中,除了 1.25MHz 的用户信号之外,其它都是带外干扰。为了防止这些带外干扰在采样时折叠进入用户信号所在的频段,按照带通信号抽样原理,在常规带通采样接收机中使用的模数转换单元的采样频率必须大于或等于射频滤波器输出的模拟射频信号的两倍带宽。

此外,由于射频滤波器输出的模拟射频信号的动态范围很大,为了减少量化噪声对用户信号的干扰,常规带通采样接收机中使用的模数转换单元需要具有很高的分辨率。

综上所述,需要使用采样频率和分辨率都比较高的模数转换单元才能实现常规的带通采样,但是,通常这样的模数转换单元的成本和功率消耗都非常高。

## 发明内容

本发明的一个目的是提供一种用于移动通信体系的带通采样接收机。在该带通采样接收机中,通过两个处理路径分别使用模数转换单元对射频滤波器滤波输出的射频模拟信号进行抽样和量化处理,使得相应的模数转换单元可以使用比射频模拟信号的两倍带宽小、而比该射频模拟信号的带宽大的采样频率对该模拟射频信号进行抽样。

本发明的另一个目的是提供一种用于移动通信体系的带通采样接收机。在该带通采样接收机中,使用 sigma-delta 模数转换单元(总和增量模数转换单元)对射频滤波器滤波输出的射频模拟信号进行抽样和量化处理,以把量化产生的量化噪声推到更高频率的频段中,使其干扰不到用户信号。

按照本发明的一种用于接收射频信号的带通采样接收机,包括:

第一 Sigma-delta 模数转换单元, 用于在第一采样时钟信号的控制下, 将该接收的射频信号转换为第一路数字信号; 第二 Sigma-delta 模数转换单元, 用于在第二采样时钟信号的控制下, 将该接收的射频信号转换为第二路数字信号; 一个信号分离单元, 用于将该第一路数字信号和该第二路数字信号中的同相信号与正交信号分离。

#### 附图简述

图 1 是一种传统的广泛使用的超外差式接收机的示意图;

图 2 是本发明的一个实施例用于无线通信体系的带通采样接收机的示意图;

图 3 是本发明的一个实施例的 sigma-delta 模数转换单元的结构示意图。

#### 发明详述

图 2 是本发明的一个实施例的用于无线通信体系的带通采样接收机。下面结合图 2 详细描述该带通采样接收机。

如图 2 所示, 天线单元 300 从无线媒介中接收包含用户信号的模拟射频信号, 并将该接收到的模拟射频信号发送给射频滤波放大单元 310。

射频滤波放大单元 310 收到来自天线单元 300 的模拟射频信号后, 首先使用射频滤波器 3101 对收到的模拟射频信号进行带通滤波, 以衰减用户信号所在频段之外的带外干扰, 然后使用低噪声放大器 (LNA) 3102 对射频滤波器 3101 滤波输出的模拟射频信号进行低噪声放大输出。为了取得更好的频带选通性和更高的处理增益, 射频滤波放大单元 310 还可以采用级联的方式, 在低噪声放大器 (LNA) 3102 之后再连接一个射频滤波器 3103 和低噪声放大器 (LNA) 3104。其中, 射频滤波器 3103 对低噪声放大器 (LNA) 3102 输出的模拟射频信号进行带通滤波, 以进一步衰减用户信号所在频段之外的带外干扰, 而低噪声放大器 (LNA) 3104 对射频滤波器 3103 滤波输出的模拟射频信号

进行低噪声放大输出。

射频滤波放大单元 310 输出的模拟射频信号分成两路，分别经过处理模块 201 和 202 的处理。下面详细描述模拟射频信号在这两个处理模块中的处理过程。

### 1、模数转换处理

在处理模块 201 和 202 中结构完全相同的 sigma-delta 模数转换单元 320 和 330 分别收到射频滤波放大单元 310 输出的模拟射频信号后，使用相同的、小于该模拟射频信号的载波频率而大于该模拟射频信号的带宽的采样频率，对该模拟射频信号进行采样和量化处理，以分别将该模拟射频信号转换成数字信号并输出。

其中，所述采样频率只需大于所述模拟射频信号的带宽，就可使得所述模拟射频信号中包含的带外干扰不会折叠进入用户信号所在频段，与常规带通采样接收机要求的大于所述模拟射频信号两倍带宽的采样频率相比，本发明可以使用的采样频率大大降低了。虽然本发明可以使用的采样频率与常规带通采样接收机要求的采样频率降低了很多，但还是远远高于用户信号的带宽，由于 sigma-delta 模数转换单元 320 和 330 内置的过采样特性（相对于用户信号的带宽来说），因此，sigma-delta 模数转换单元 320 和 330 完全可以支持这样的采样频率。

除了满足上述的条件外，sigma-delta 模数转换单元 320 和 330 使用的采样频率  $CLK_1$  和  $CLK_2$  必须是所述模拟射频信号的载波频率  $f_s$  的  $N$  分之一（ $N$  为整数），这样在 sigma-delta 模数转换单元 320 和 330 对所述模拟射频信号进行采样处理后，当所述模拟射频信号包含的用户信号以采样频率为周期在频谱域延拓时，在零频处才会存在该用户信号的频谱分量。根据在零频处该用户信号的频谱分量，采用与本申请同时递交的、申请人为皇家飞利浦电子股份有限公司、申请方案号为 CN030070、题为“带通采样接收机及其采样方法”的专利申请文

件中提出的方法,即可计算得到用户信号的基带同相分量和基带正交分量。在此,以插入的方式引入该申请文件中所披露的技术内容。

按照该申请中公开的带通采样方法,为了能够利用已知信号,例如导频信号或训练序列信号,计算得到用户信号的基带同相分量和基带正交分量, sigma-delta 模数转换单元 320 和 330 的采样时钟之间必须存在一个固定的相对时延  $\tau$ , 该相对时延  $\tau$  必须远小于基带信号带宽的倒数, 即:  $\tau \ll 1/B$ , 且还必须满足  $\omega_c \tau \neq n\pi$  的条件, 其中  $\omega_c$  为载波信号的圆频率,  $n$  为自然数, 从而计算得到用户信号的基带同相分量和基带正交分量。

在本发明中, 利用 sigma-delta 模数转换单元 320 和 330, 不仅可以使使用低于常规带通采样接收机要求的采样频率, 而且还可以降低模数转换单元的分辨率的要求(例如可以采用 1 比特的分辨率)。虽然由此会产生一定的量化噪声, 但是这些量化噪声不会导致用户信号失真。关于使用 sigma-delta 模数转换单元时量化噪声不会导致用户信号失真的原理, 将在下文结合附图 3 描述。

## 2、数字滤波处理

sigma-delta 模数转换单元 320 和 330 输出的数字信号, 分别由它们各自所在处理路径的低通数字滤波器 340 和 350 进行低通滤波处理, 以将所述带外干扰和推到更高频率的频段中的量化噪声过滤掉, 只滤出包含在零频处的用户信号的基带数字信号。

## 3、抽取处理

低通数字滤波器 340 和 350 输出的用户信号的基带数字信号, 分别由它们各自所在处理路径的抽取器 360 和 370 进行抽取处理, 以进一步降低该用户信号的基带数字信号的数据速率。

上述就是模拟射频信号在处理模块 201 和 202 中的处理过程。

处理模块 201 和 202 各自将处理得到基带数字信号发送给 I/Q 分



量分离单元 380。I/Q 分量分离单元 380 收到来自处理模块 201 和 202 的基带数字信号后,按照上述申请案中披露的带通采样方法,计算用户信号的基带同相分量和基带正交分量。具体的:该 I/Q 分量分离单元 380 中的初始相位计算单元,根据已知信号(例如导频信号或训练序列信号),首先计算射频信号分别相对于两路采样时钟信号  $CLK_1$  和  $CLK_2$  的初始相位;然后,I/Q 分量分离单元 380 中的同相/正交信号分离单元,根据该初始相位,将所述第一路基带数字信号和所述第二路基带数字信号中的同相信号与正交信号分离,并将分离的同相信号分量和正交信号分量输出到数字信号处理单元 390。

数字信号处理单元 390 收到来自 I/Q 分量分离单元 380 的用户信号的同相信号分量和正交信号分量后,使用常规的数字信号处理方法对收到的同相信号分量和正交信号分量进行相应的处理(例如,解调、信道解码、信源解码等),以得到所需的用户信号。

下面结合附图 3 所示的 sigma-delta 模数转换单元 320 的结构示意图,详细说明在使用 sigma-delta 模数转换单元时量化噪声不会导致用户信号失真的原理。

如图 3 所示的 sigma-delta 模数转换单元 320,首先,模拟射频信号在采样器 3201 转换成离散的采样信号并依次输出给比较器 3202 的同相输入端(+);然后,比较器 3202 的同相输入端(+)每收到一个来自采样器 3201 的采样信号,就与反相输入端(-)收到的来自该模数转换单元输出端的反馈信号进行比较,并把比较值输出给低通滤波器 3203;接着,低通滤波器 3203 将从比较器 3202 收到的比较值进行低通滤波处理并输出给量化器 3204;最后,量化器 3204 将从低通滤波器 3020 收到的比较值进行量化转换成数字信号并输出,同时该数字信号以反馈信号的形式返回给比较器 3202 的反相输入端(-)。

从图 3 可以看出,由于量化过程产生量化噪声,因此量化器 3204 量化得到的数字信号包含有量化噪声,相应地比较器 3202 输出的比较值也含有量化噪声,而且量化器 3204 的分辨率越低(即该模数转换单元的分辨率越低),所述数字信号和比较值包含的量化噪声就越

多。但是，由于低通滤波器 3203 和系统反馈链路的作用，模数转换器中量化器所产生的绝大部分量化噪声被推到更高频率的频段上，不会进入用户信号所在的频段而导致用户信号失真。此外，由于采样器 3201 可以使用的采样频率远远高于用户信号的带宽，所以由量化处理产生的量化噪声本身频率就很高，因而使用相对较低阶的低通滤波器 3203 就能够将量化噪声推到很高频率的频段中，所以相应模数转换单元的成本可以很低。

### 有益效果

综上所述，由于本发明的带通采样接收机使用两处理路径采样技术，因此相应的模数转换单元可以使用比常规带通采样接收机要求的射频滤波器滤波输出的模拟射频信号两倍带宽小、但比该模拟射频信号带宽大的采样频率对该模拟射频信号进行采样，因此可以节省模数转换单元的功率消耗和成本。

此外，由于本发明的带通采样接收机可以使用低分辨率的 sigma-delta 模数转换单元对模拟射频信号进行采样和量化，因此可以进一步节省模数转换单元的成本。

本领域技术人员应当理解，本发明所公开的用于无线通信体系的带通采样接收机，可以在不脱离本发明内容的基础上做出各种改进。因此，本发明的保护范围应当由所附的权利要求书的内容确定。

## 说明书附图

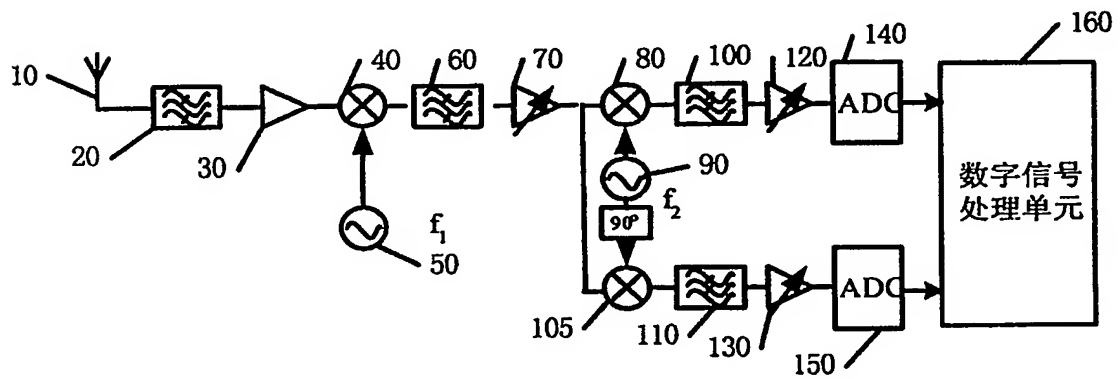


图 1

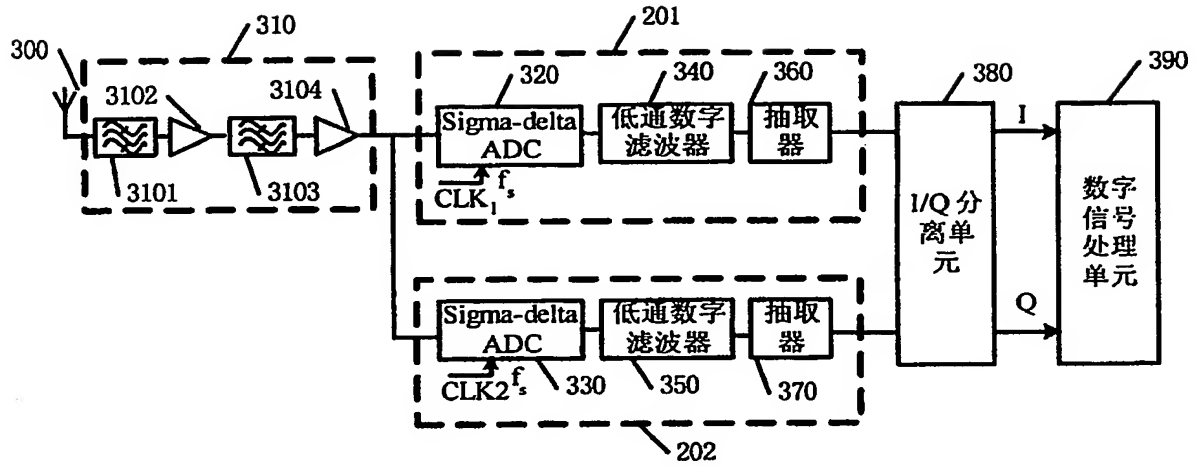


图 2



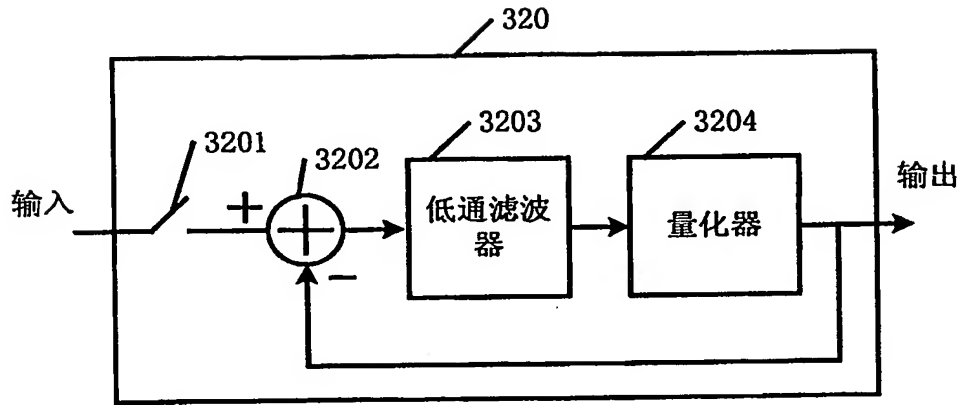


图 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☒ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**